

氏名(本籍)	きたむらかずひろ 北村一浩(長野県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第2344号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	Ti-Ni合金圧延板の集合組織と形状記憶特性に関する研究
主査	筑波大学教授 工学博士 宮崎修一
副査	筑波大学教授 工学博士 浅野肇
副査	筑波大学教授 工学博士 大塚和弘
副査	筑波大学助教授 工学博士 寺本徳郎
副査	筑波大学講師 工学博士 谷本久典

論文の内容の要旨

本研究は、Ti-Ni合金を圧延加工して薄板試料を作製し、冷間圧延率と熱処理温度を変化させたときに集合組織と形状記憶特性がどのように変化するかを系統的に明らかにしたものである。

論文の構成は、全体で6章から成っている。第1章が序論で形状記憶合金の基本と集合組織について述べている。第2章では、試料の作製方法、実験方法、解析法を説明している。第3、4章が、主要な結果と考察であり、第5章では、第3、4章で得られた結果の結論を述べ、第6章が謝辞となっている。以下に、本研究で得られた主要な成果を要約する。

(1) Ti-Ni形状記憶合金薄板の集合組織に及ぼす熱処理温度の効果

形状記憶合金薄板を2次元形状のアクチュエータなどに応用するためには、変態歪みの異方性をあらかじめ評価しておく必要がある。このような変態歪に異方性が生ずる原因として、集合組織の影響が挙げられる。集合組織に強く影響を与える因子として、熱処理条件と、冷間圧延率が挙げられる。そのため、冷間圧延率が40%の試料について、熱処理温度の効果を明らかにした。用いた試料は、Ti-50.18at%Niで、973K-0.6ksで熱処理された厚さ0.2mmの試料に冷間圧延率40%で圧延加工を施し、熱処理温度を573K～1273Kの間で変化させ、加工集合組織、再結晶集合組織を持った試料を用意した。X線回折による極点図測定を $\{111\}$ 、 $\{200\}$ 、 $\{211\}$ の3面からの回折を用いて行い、集合組織を測定した。得られた集合組織の情報を基にマルテンサイト変態歪みを計算により求めた。その結果、以下の結論が得られた。

(1-a) 正極点図とODFから読み取れるように、加工集合組織状態にある試料では、 $\{110\}$ $\langle 110 \rangle$ 集合組織と、 $\{111\}$ ファイバーライクな集合組織の2種類が存在していたが、再結晶集合組織の状態にある試料では、 $\{110\}$ $\langle 110 \rangle$ 集合組織のみが存在していた。

(1-b) 変態歪みの異方性に及ぼす熱処理温度の影響は、573K、673Kの加工集合組織を持つ試料では小さいが、再結晶集合組織を持つ試料の場合は、熱処理温度が増加するにつれて、異方性は増加した。しかし、特定の結晶粒のみが著しく成長した1273K材では、異方性は減少した。

(2) Ti-Ni 形状記憶合金薄板の集合組織に及ぼす圧延率の効果

形状記憶合金薄板を用いて2次元形状のアクチュエータなどに応用するためには、圧延による材料特性の変化を評価する必要がある。薄板を効率よく作成するためには、冷間圧延率を高めた加工が望ましく、この場合には、変態歪みの異方性に及ぼす圧延率の効果を評価することが重要になる。このために、圧延方向から15度間隔で7方位に切り出した試料を用いて、加工集合組織、再結晶集合組織を持つ2種類の熱処理条件の試料について変態歪みの異方性を実験的に明らかにし、集合組織の違いによる影響を、比較・検討した。用いた試料は、Ti-50.18at%Niで、973K-0.6ksで熱処理を施した厚さ0.2mmの試料からスタートして、冷間圧延率を0%~70%の間で変化させた。圧延のあと、673K-1hと1073K-1hの2種類の熱処理を施した試料を用意し、加工集合組織、再結晶集合組織を持った試料とした。X線回折による極点図測定を $\{011\}$ 、 $\{211\}$ 、 $\{200\}$ の3面に対して行い、集合組織を測定した。得られた集合組織の情報をもとにR相とマルテンサイト変態歪みを計算により求めた。一定荷重下で、冷却・加熱を行い、形状記憶特性を評価し、実験的にも変態歪みを評価した。その結果、以下の結論が得られた。

- (2-a) 加工集合組織の試料では、集合組織は圧延率の低い場合には $\{110\} \langle 110 \rangle$ に強く集中しているが、圧延率20%以上では弱くなった。また、高い圧延率では、 $\{110\} \langle 110 \rangle$ の他に、弱い $\{111\} \langle 011 \rangle$ 集合組織が現れた。一方、再結晶集合組織の試料では、いずれの圧延率の試料でも $\{110\} \langle 110 \rangle$ 集合組織が強く存在した。
- (2-b) 変態歪みの異方性に及ぼす加工の影響は、加工集合組織では、圧延率の低い試料の強く現れ、20%以上の圧延率では、加工の影響は弱かった。しかし、再結晶集合組織の試料では、20%までの圧延率では、加工の影響は弱かったが、40%以上の圧延率で、加工の影響が強く現れた。
- (2-c) 単結晶における変態歪みの方位依存性と、圧延板材の各引張り軸方向に存在する軸密度の情報を組み合わせることで、各試料方向の最大回復歪みを計算で求めた。また、一定荷重下の熱サイクル試験からも回復歪みを実験的に求めた。しかし、R相変態歪みは、マルテンサイト変態歪みよりも計算値と実験値は近い値を示した。このことは、R相変態はマルテンサイト変態より、バリエーションの最配列がしやすい事が原因になっている。いずれの実験結果も、計算値と定性的に同様の変態歪みの異方性を示した。

審 査 の 結 果 の 要 旨

著者は、Ti-Ni合金を圧延加工して薄板試料を作製し、冷間圧延率と熱処理温度を変化させたときに集合組織と形状記憶特性がどのように変化するかを系統的に明らかにした。これらの結果は、Ti-Ni系形状記憶合金薄板を2次元形状のマイクロアクチュエータとして利用するのに重要な情報であり、研究成果は高く評価される。今後の著者の研究活動に期待が持たれる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。